

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001152838 A**

(43) Date of publication of application: **05.06.01**

(51) Int. Cl. **F01N 3/20**  
**F01N 3/08**  
**F01N 3/28**  
**F02D 45/00**

(21) Application number: **11331090**

(22) Date of filing: **22.11.99**

(71) Applicant: **MAZDA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **TAGA JUNICHI**  
**IMADA MICHIRO**  
**YAMAUCHI TATSUO**  
**MAMIYA KIYOTAKA**

**(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF ENGINE**

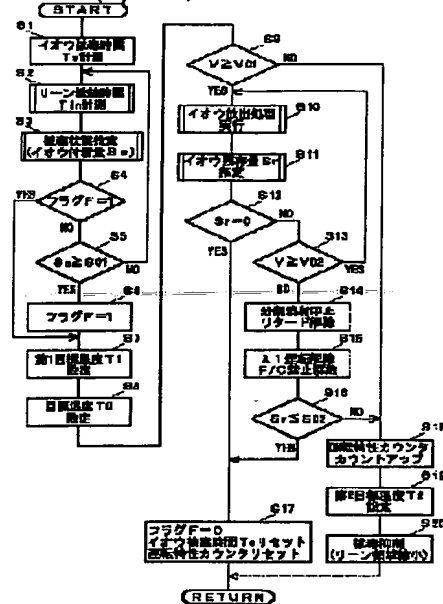
**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To correctly estimate the released amount of a sulfur component from an NOx absorber, when the sulfur component attached from the NOx absorber in an exhaust emission path is released.

**SOLUTION:** Released amount of the sulfur component from this NOx absorber is estimated taking the continued time of the releasing treatment into consideration. Specifically, on the basis of the continued time of the releasing treatment, the NOx absorber is divided into a complete released region where the sulfur component is completely removed, a partially removed region where it is partially removed, and a region where it is entirely not removed, the amount of the sulfur component released at each region is estimated, then by calculating the sum, the total amount of the sulfur component released from the NOx absorber by the sulfur releasing treatment is estimated. The estimation accuracy of the released amount of the

sulfur component from the NOx absorber is improved, and the sulfur-releasing treatment can efficiently be conducted without making waste.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	E 3 G 0 8 4
			C 3 G 0 9 1
	3/08	3/08	A
	3/28	3/28	3 0 1 C
F 0 2 D 45/00	3 0 1	F 0 2 D 45/00	3 1 4 R
	3 1 4		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-331090

(22) 出願日 平成11年11月22日 (1999. 11. 22)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 田賀 淳一

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ

株式会社内

(72) 発明者 今田 道宏

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ

株式会社内

(74) 代理人 100083013

弁理士 福岡 正明

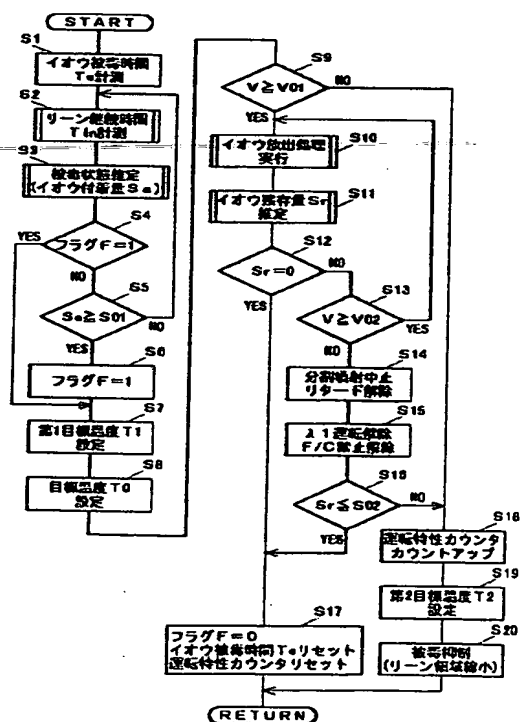
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 排気通路のNO<sub>x</sub>吸収材から付着したイオウ成分を放出する際に、NO<sub>x</sub>吸収材からのイオウ成分の放出量を正確に推定することを課題とする。

【解決手段】 NO<sub>x</sub>吸収材からのイオウ成分の放出量を、該放出処理の連続時間を考慮に入れて推定する。特に、放出処理の連続時間に基いて、NO<sub>x</sub>吸収材を、イオウ成分が完全に除去された完全除去領域と、部分的に除去された部分除去領域と、全く除去されていない未除去領域とに区分し、各領域毎に放出されたイオウ成分の量を推定したのち、その合計を算出することにより、イオウ放出処理でNO<sub>x</sub>吸収材から放出されたイオウ成分の総量を推定する。NO<sub>x</sub>吸収材からのイオウ成分の放出量の推定精度が向上し、イオウ放出処理を無駄なく効率よく遂行することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素過剰雰囲気中で排気ガス中の $\text{NO}_x$ 成分を吸収し、酸素濃度の低下により $\text{NO}_x$ 成分を放出する $\text{NO}_x$ 吸収材を排気通路に備えると共に、該 $\text{NO}_x$ 吸収材に付着したイオウ成分の量を推定するイオウ成分付着量推定手段と、該推定手段で推定されたイオウ成分の付着量が所定の付着量以上となったときに排気ガスの温度を上昇させることによりイオウ成分を $\text{NO}_x$ 吸収材から放出させるイオウ成分放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出が連続している時間を計測するイオウ成分放出連続時間計測手段と、該計測手段で計測された時間に基いて、上記イオウ成分放出手段により放出されたイオウ成分の量を推定するイオウ成分放出量推定手段とが設けられていることを特徴とするエンジンの排気浄化装置。

【請求項2】 イオウ成分放出連続時間計測手段は、イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出以外に排気ガスの温度が上昇してイオウ成分が放出される状態が連続している時間も計測し、イオウ成分放出量推定手段は、該計測手段で計測されたイオウ成分が放出される状態の連続時間に基いても、放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする請求項1に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項3】 排気ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段が設けられ、イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間と、上記検出手段で検出された排ガス温度とに基いて、放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項4】 酸素過剰雰囲気中で排気ガス中の $\text{NO}_x$ 成分を吸収し、酸素濃度の低下により $\text{NO}_x$ 成分を放出する $\text{NO}_x$ 吸収材を排気通路に備えると共に、該 $\text{NO}_x$ 吸収材に付着したイオウ成分の量を推定するイオウ成分付着量推定手段と、該推定手段で推定されたイオウ成分の付着量が所定の付着量以上となったときに排気ガスの温度を上昇させることによりイオウ成分を $\text{NO}_x$ 吸収材から放出させるイオウ成分放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出が連続している時間を計測するイオウ成分放出連続時間計測手段と、排気ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段と、上記計測手段で計測された時間又は上記検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて、 $\text{NO}_x$ 吸収材を、イオウ成分が完全に除去された完全除去領域と、部分的に除去された部分除去領域と、全く除去されていない未除去領域とに区分し、各領域毎に放出されたイオウ成分の量を推定したのち、その合計を算出することにより、上記イオウ成分放出手段により $\text{NO}_x$ 吸収材から放出されたイオウ成分の総量を推定するイオウ成分放出量推定手段とが設けら

れていることを特徴とするエンジンの排気浄化装置。

【請求項5】 イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間又は排ガス温度検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて予め設定された $\text{NO}_x$ 吸収材全体における完全除去領域及び部分除去領域の比率の特性を用いて $\text{NO}_x$ 吸収材を区分することを特徴とする請求項4に記載のエンジンの排気浄化装置。

【請求項6】 イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間又は排ガス温度検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて予め設定された部分除去領域におけるイオウ成分の除去率の特性を用いて部分除去領域において放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする請求項4又は請求項5に記載のエンジンの排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はエンジンの排気浄化装置、特に排気通路に $\text{NO}_x$ 吸収材が配設されたエンジンの排気浄化装置に関し、排気ガス浄化の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、車両用等のエンジンにおいては、排気ガス中に含まれる $\text{CO}$ （一酸化炭素）、 $\text{HC}$ （炭化水素）、 $\text{NO}_x$ （窒素酸化物）等の有害成分を除去する装置として三元触媒が用いられる。しかし、近年における燃費性能の向上を目的とした直噴成層燃焼方式等を採用するエンジンの場合、排気ガス中の酸素濃度が高くなるため、ウィンドウが理論空燃比近傍の狭い範囲にある従来の三元触媒では $\text{NO}_x$ を十分に除去できないという問題が発生する。

【0003】 これに対処するものとして、排気通路に、空燃比がリーン（酸素過剰状態）のときには排気ガス中の $\text{NO}_x$ を吸収し、空燃比がリッチ（酸素不足状態）になれば吸収していた $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収材を用いた触媒装置（ $\text{NO}_x$ 触媒装置）を配置することが知られている。これによれば、空燃比を適切に制御することにより、リーン状態では、 $\text{NO}_x$ が上記 $\text{NO}_x$ 吸収材に吸収されて、外部への排出が抑制され、またリッチ状態では、 $\text{NO}_x$ が上記 $\text{NO}_x$ 吸収材から放出されて、多量に存在する $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ と反応し、やはり外部への排出が抑制される。その結果、成層燃焼方式を採用するエンジンの $\text{NO}_x$ 排出量を効果的に低減させることが可能となる。

【0004】 しかし、上記の $\text{NO}_x$ 吸収材は、例えば燃料中に含まれるイオウ成分等の他の物質とも結びつきやすく、その付着量の増大により $\text{NO}_x$ 吸収能力が低下するという問題がある。特に、この種の $\text{NO}_x$ 吸収材として効果の高いバリウムを用いたものは $\text{SO}_x$ （イオウ酸化物）と結びつきやすく、その付着量の増加により $\text{SO}$

x被毒状態となってNO<sub>x</sub>浄化能力が著しく低下するのである。

【0005】このようなNO<sub>x</sub>吸収材のSO<sub>x</sub>被毒を解消する方法としては、NO<sub>x</sub>吸収材を、例えば600～650℃以上の高温に加熱することが有効であると知られている。すなわち、一般に、NO<sub>x</sub>吸収材に付着したイオウ成分の付着量を推定していき、その推定量が所定の付着量以上となれば、排気ガスの温度を上昇させることによりNO<sub>x</sub>吸収材を上記のイオウ放出可能温度にまで昇温して、イオウ成分をNO<sub>x</sub>吸収材から放出させるのである。そして、そのイオウ成分の放出処理によりNO<sub>x</sub>吸収材から放出されたイオウ成分の放出量を推定していき（あるいは、NO<sub>x</sub>吸収材に残存しているイオウ成分の残存量を推定していき）、その推定量が所定の放出量以上となれば（同じく、所定の残存量以下となれば）、該イオウ成分の放出を終了するのである。

【0006】その場合に、排気ガス温度を上昇させる方法としては、点火時期を遅角（リタード）させることや、燃料を分割噴射することが有効であると知られている。これらの点火時期のリタードや燃料の分割噴射は、いずれも、燃料の未燃成分を増やし、該未燃成分をNO<sub>x</sub>吸収材に近い排気通路内でいわゆる「後燃え」させることにより、NO<sub>x</sub>吸収材に流れ込む排気ガスの温度を上昇させるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、イオウ放出処理をいつ終了するかどうかの判断基準となるNO<sub>x</sub>触媒からのイオウの放出量（換言すれば、イオウの残存量）は直接測定することができず、一般に、推定により定められる。そして、その推定精度が低下し、推定量に誤差があると、実際よりも少ない量のイオウ放出量が推定されたとき（実際よりも多い量のイオウ残存量が推定されたとき）は、すでにイオウが完全に除去されているのに、無駄にイオウ放出処理が続けられることになり、一方、実際よりも多い量のイオウ付着量が推定されたとき（実際よりも少ない量のイオウ残存量が推定されたとき）には、まだイオウが完全には除去されていないのに、早々とイオウ放出処理が終了してしまうことになる。

【0008】ところが、例えば特開平9-317447号公報には、SO<sub>x</sub>推定吸着量が所定値以上になったらイオウ放出を実行し、それ以外の場合はイオウ放出を実行しないという記載しかなく、イオウ放出処理をいったん開始した場合のその終了条件については明確な記載がない。もし、この動作をそのまま実行すれば、イオウ放出が実行されると、すぐある程度の量のイオウ成分が放出除去されて、SO<sub>x</sub>推定吸着量が所定値以下に減少するから、直ちにイオウ放出処理が実行停止、終了されることになり、一向に満足な量のイオウ成分が除去されないことになる。

【0009】明らかに、イオウ放出処理の目的からして、触媒に付着したイオウ成分が、該触媒の活性が回復するのに充分な量だけ、吸収材から放出されたときに、イオウ放出処理を終了とするのが合目的である。実際、そのように触媒が活性化状態に回復するのに必要な時間を予め実験的に求めておいて、タイマやカウンタで計測した放出処理の実行時間がその所定時間になれば、イオウ放出処理を終了する提案が他においてなされている。

【0010】この場合、イオウ放出処理時間が短ければそれだけイオウの放出量も少なく、逆に、長ければそれだけイオウの放出量も多いと考えられる。しかし、本発明者らが、イオウ放出処理時間とイオウ放出量との関係を鋭意詳細に検討研究を重ねたところ、得られた結果は、必ずしもそのような予想通りの単純なものではなく、さらに複雑なものだったのである。

【0011】すなわち、本発明者らは、イオウ放出処理時間、それもイオウ放出処理が連続して行なわれている時間（連続放出処理時間）が、イオウ除去率に大きな影響を及ぼすことを見出して本発明を完成したものである。本発明者らは、連続放出処理時間や、排気ガス温度等の因子をいろいろに変えて、イオウ除去率を調査した。その結果、その他の種々の因子が同じでも、連続放出処理時間が異なればイオウの除去率が変化し、その場合に、連続放出処理時間が短くなればなるほどイオウ成分の除去率が低下し、また、連続放出処理時間が長くなればなるほどイオウ成分の除去率が向上するにしても、連続放出処理時間の長短に拘らず、同じ連続放出処理時間を繰り返して行った場合、イオウ成分の放出量（残存量）はほとんど変わらず一定であること、そして、そのうちの最も長い時間イオウ放出処理を連続して行ったときの放出量（残存量）が全体の放出量（残存量）を大分支配することを見出した。

【0012】例えば、同じ5分の放出処理であっても、1分の放出処理を5回行ったときに比べて、5分の放出処理を1回行ったときの方が、累積総量として多くのイオウ成分が除去される。しかも、その場合、1分の放出処理を5回行ったときのイオウ放出量の累積総量は、1分の放出処理で放出されたイオウ成分の量の5倍ではなく、いつまでたっても、最初の1分の放出処理で放出されたイオウ成分の量からほとんど変わらないのである。このことは、処理時間に関係なく、例えば連続処理時間が5分の場合であっても同じことがいえる。

【0013】さらに別の具体例をいえば、例えば、1分、5分、3分の、3回のイオウ放出処理をこの順に実行したとすると、各放出処理終了時点のイオウ放出量は、順に、1分の放出処理で放出されたイオウ成分の量、5分の放出処理で放出されたイオウ成分の量、および、5分の放出処理で放出されたイオウ成分の量となっており、最終的に、5分の放出処理で放出されたイオウ成分

の量しか得られない。9分(=1分+5分+3分)の放出処理で放出されたイオウ成分量にはならないのである。つまり、結局、5分の放出処理を一回実行すれば済むのである。

【0014】この理由は、およそ次のように考えられる。イオウの除去処理は、上述したように、高温度の排ガスを触媒装置に流して、該排ガスで触媒装置を昇温させることにより達成される。しかも、その場合に、触媒装置は、一様には加熱、昇温されず、先に排ガスが流れ込む触媒の上流部分が優先的に昇温され、中流部分や下流部分になるに従って時間的に遅れて昇温される。そして、それに応じて、イオウ成分の放出もまた一様には実現されず、先に昇温される触媒の上流部分が優先的にイオウ放出され、中流部分や下流部分になるに従って時間的に遅れてあとからイオウ放出される。

【0015】そして、このような現象に加えて、一般に、イオウ放出処理の連続時間が短いときは、触媒装置が未だそれほど高温には昇温されず、その結果、イオウの除去があまり進まず、さらに、その状態で、排ガスの昇温自体がなくなると、触媒装置の温度は速やかに低下し、再び次に高温度の排ガスを触媒装置に流しても、触媒装置は効率よく速やかに昇温しなくなる。また、イオウ放出処理の連続時間が長いときは、触媒装置が十分にイオウ放出可能温度にまで昇温され、その結果、イオウの除去が予定通り進行し、さらに、その状態で、排ガスの昇温自体がなくなっても、触媒装置の温度は緩やかに低下し、再び次に高温度の排ガスを触媒装置に流したときには、触媒装置は効率よく速やかに昇温する。

【0016】つまり、前回のイオウ放出処理によりイオウが放出された上流側部分にはもう除去すべきイオウが付着していないにも拘らず、常に、排ガスは上流部分から先に流れ込んで、上流部分から加熱され、上流部分からイオウ放出を行おうとするから、前回と同じ処理時間であれば、前回と同じ部分までしか触媒装置は昇温されず(その部分には除去すべきイオウがもう存在しない)、また、前回よりも短い処理時間であれば、前回昇温された領域より狭い領域しか触媒装置は昇温されず、いずれにしても、今回のイオウ放出処理によって、新たにイオウ成分が放出されることがない。今回のイオウ放出処理時間が前回までに行なわれたいづれの放出処理の時間よりも長いときに初めて、その時間の差分に相当する量だけのイオウ成分が新たに放出される。

【0017】つまり、いったん開始されたイオウ放出処理を、途中で中断することなく、一気に、NO<sub>x</sub>触媒装置の全領域から全イオウが放出されてしまうように、最後まで完遂するのが最も効率がよいのである。

【0018】そこで、本発明は、以上の知見に基づき、NO<sub>x</sub>吸収材からのイオウ成分の放出量を、該放出処理の連続時間を考慮に入れて、より正確に推定することを課題とする。以下、その他の課題を含め、本発明を詳細

に説明する。

【0019】

【課題を解決するための手段】すなわち、上記課題を解決するため、本願の特許請求の範囲における請求項1に記載の発明は、酸素過剰雰囲気中で排ガス中のNO<sub>x</sub>成分を吸収し、酸素濃度の低下によりNO<sub>x</sub>成分を放出するNO<sub>x</sub>吸収材を排気通路に備えと共に、該NO<sub>x</sub>吸収材に付着したイオウ成分の量を推定するイオウ成分付着量推定手段と、該推定手段で推定されたイオウ成分の付着量が所定の付着量以上となったときに排ガスの温度を上昇させることによりイオウ成分をNO<sub>x</sub>吸収材から放出させるイオウ成分放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出が連続している時間を計測するイオウ成分放出連続時間計測手段と、該計測手段で計測された時間に基いて、上記イオウ成分放出手段により放出されたイオウ成分の量を推定するイオウ成分放出量推定手段とが設けられていることを特徴とする。

【0020】この発明によれば、イオウ成分の放出処理によって放出除去されたイオウ成分量を、該放出処理が連続して行なわれている時間に基いて推定するように構成したから、精度のよい、正確なイオウの放出量、除去量の推定が実現する。

【0021】次に、請求項2に記載の発明は、上記請求項1に記載の発明において、イオウ成分放出連続時間計測手段は、イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出以外に排ガスの温度が上昇してイオウ成分が放出される状態が連続している時間も計測し、イオウ成分放出量推定手段は、該計測手段で計測されたイオウ成分が放出される状態の連続時間に基いても、放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする。

【0022】この発明によれば、意図的に排ガス温度をリタードや分割噴射等の手法で上昇させる場合だけでなく、例えば高負荷運転等、もともと排ガス温度が高く、NO<sub>x</sub>触媒からイオウが自然に放出され得る状態においても、そのような状態が連続している時間に基いて、放出除去されたイオウ成分量を推定するように構成したから、常に、精度のよい、正確なイオウの放出量、除去量の推定が実現し、ひいては、NO<sub>x</sub>触媒内のイオウ成分の総蓄積量が常に正確に把握できて、イオウ放出処理の開始が適切な時期に行なえることになる。

【0023】次に、請求項3に記載の発明は、上記請求項1又は2に記載の発明において、排ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段が設けられ、イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間と、上記検出手段で検出された排ガス温度とに基いて、放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする。

【0024】この発明によれば、イオウ放出連続時間だけでなく、該放出連続時間と共にイオウの放出量に影響

を及ぼす排ガス温度にも基いて、放出除去されたイオウ成分量を推定するように構成したから、なお一層、精度のよい、正確なイオウの放出量が推定できる。

【0025】次に、請求項4に記載の発明は、酸素過剰雰囲気中で排ガス中のNO<sub>x</sub>成分を吸収し、酸素濃度の低下によりNO<sub>x</sub>成分を放出するNO<sub>x</sub>吸収材を排気通路に備えると共に、該NO<sub>x</sub>吸収材に付着したイオウ成分の量を推定するイオウ成分付着量推定手段と、該推定手段で推定されたイオウ成分の付着量が所定の付着量以上となったときに排ガスの温度を上昇させることによりイオウ成分をNO<sub>x</sub>吸収材から放出させるイオウ成分放出手段とを有するエンジンの排気浄化装置であって、上記イオウ成分放出手段によるイオウ成分の放出が連続している時間を計測するイオウ成分放出連続時間計測手段と、排ガスの温度を検出する排ガス温度検出手段と、上記計測手段で計測された時間又は上記検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて、NO<sub>x</sub>吸収材を、イオウ成分が完全に除去された完全除去領域と、部分的に除去された部分除去領域と、全く除去されていない未除去領域とに区分し、各領域毎に放出されたイオウ成分の量を推定したのち、その合計を算出することにより、上記イオウ成分放出手段によりNO<sub>x</sub>吸収材から放出されたイオウ成分の総量を推定するイオウ成分放出量推定手段とが設けられていることを特徴とする。

【0026】この発明は、イオウ放出連続処理時間とイオウ除去率との関係についての上記の知見から、さらに発明の構成を進展させたものである。

【0027】すなわち、前述したように、イオウの除去処理は、高温度の排ガスを触媒装置に流して、該排ガスで触媒装置を昇温させることにより達成される。それゆえ、排ガスが先に流れ込む触媒装置の上流部分は、下流部分に比べて、先に昇温され、先にイオウの放出が開始する。また、排ガスの昇温自体がなくなったときも、触媒装置の上流部分は、下流部分に比べて、温度低下が遅く、高温を維持する。つまり、NO<sub>x</sub>吸収材は、温度分布が一様ではなく、常に、上流側が下流側よりも高温状態にあって、イオウが放出され易い状況にある。

【0028】結局、イオウ放出連続処理時間が短いとイオウ除去効率が低下し、長いとイオウ除去効率が向上するという上記の知見は、昇温され易く、イオウが除去され易い触媒上流部分が全触媒体積に占める比率と、昇温され難く、イオウが除去され難い触媒下流部分が全触媒体積に占める比率と、さらに、その中庸の部分が全触媒体積に占める比率との問題となる。

【0029】例えば、イオウ放出連続処理時間が短いほど、イオウが先に完全に除去される上流部分の比率が少なくなり、イオウがまだほとんど除去されていない下流部分の比率が多くなる。逆に、イオウ放出連続処理時間が長いほど、イオウが先に完全に除去される上流部分の

比率が多くなり、イオウがまだほとんど除去されていない下流部分の比率が少なくなる。

【0030】そこで、この発明では、NO<sub>x</sub>吸収材を、例えば排ガスの流れる経路に沿って複数のブロックに分割して考えるように構成した。そして、各ブロックを、イオウ成分が完全に除去された完全除去領域と、部分的に除去された部分除去領域と、全く除去されていない未除去領域とに区分し、それぞれの領域毎に、放出されたイオウ放出量を推定する。このとき、各領域毎のイオウ放出量の推定は、少なくとも、イオウ放出処理連続時間か、又は排ガス温度に基いて行なう。そして、その各領域毎のイオウ放出量の推定値を合算することによって、NO<sub>x</sub>吸収材から放出されたイオウ成分の総量が推定されることになる。

【0031】これにより、イオウ成分の放出処理によって放出除去されたイオウ成分量を、精度よく、正確に推定することができる。

【0032】また、請求項5に記載の発明は、上記請求項4に記載の発明において、イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間又は排ガス温度検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて予め設定されたNO<sub>x</sub>吸収材全体における完全除去領域及び部分除去領域の比率の特性を用いてNO<sub>x</sub>吸収材を区分することを特徴とする。

【0033】この発明によれば、例えば、予め実験的に設定した特性マップ等を用いて、完全除去領域と部分除去領域とがNO<sub>x</sub>吸収材全体に占める比率を求めるので、イオウ放出処理連続時間、あるいは排ガス温度から、精度のよい各領域の比率が直ちに求まり、その結果、触媒全体の正確なイオウ放出量が容易に推定される。

【0034】例えば、完全除去領域と部分除去領域との比率がわかれば、残りの未除去領域の比率がわかる。そして、完全除去領域の除去率は100%であり、未除去領域の除去率は0%であるから、触媒全体の総イオウ放出量は、部分除去領域におけるイオウ除去率から容易に算出される。

【0035】一般に、完全除去領域の比率の特性は、放出処理連続時間が長いほど、また、排ガス温度が高いほど、大きくなるように設定され、未除去領域の比率の特性は、放出処理連続時間が長いほど、また、排ガス温度が高いほど、小さくなるように設定される。そして、部分除去領域の比率の特性は、これらの完全除去領域と未除去領域との均衡により設定される。

【0036】また、請求項6に記載の発明は、上記請求項4又は5に記載の発明において、イオウ成分放出量推定手段は、イオウ成分放出連続時間計測手段で計測された時間又は排ガス温度検出手段で検出された排ガス温度の少なくともいずれかに基いて予め設定された部分除去領域におけるイオウ成分の除去率の特性を用いて部分除

去領域において放出されたイオウ成分の量を推定することを特徴とする。

【0037】この発明によれば、例えば、予め実験的に設定した特性マップ等を用いて、部分除去領域におけるイオウ成分の除去率を求めるので、イオウ放出処理連続時間、あるいは排ガス温度から、精度のよい部分除去領域におけるイオウ除去率が直ちに求まり、その結果、触媒全体の正確な総イオウ放出量が容易に算出される。以下、発明の実施の形態を通して本発明をさらに詳しく説明する。

#### 【0038】

【発明の実施の形態】図1は、直噴成層燃焼式エンジンの制御システムを示すもので、エンジン1の本体2にはピストン3によって画成された複数の燃焼室4が設けられ、該燃焼室4の上部中央に点火プラグ5が配設されていると共に、側部には燃焼室4内に直接燃料を噴射するインジェクタ6が設置されている。

【0039】また、このエンジン1には、吸気弁7及び排気弁8を介して上記燃焼室4にそれぞれ通じる吸気通路9及び排気通路10が設けられており、吸気通路9には、上流側からエアクリーナ11、エアフローセンサ12、スロットルバルブ13及びサージタンク14が設けられている。

【0040】そして、このサージタンク14の下流側は各気筒ごとに分岐した独立吸気通路9aとされていると共に、各独立吸気通路9aの燃焼室4を臨む下流端部が第1通路9bと第2通路9cとに分割され、第2通路9cに備えられたスワール生成弁15を閉じたときに、第1通路9bから燃焼室4に導入される吸気により該燃焼室4内にスワールが生成されるようになっている。

【0041】一方、排気通路10には、理論空燃比( $\lambda=1$ )近傍で排気ガス中のCO、HC及びNO<sub>x</sub>を同時に除去する三元触媒装置16が配置されていると共に、この三元触媒装置16の下流側には、特に排気ガス中のNO<sub>x</sub>を除去するNO<sub>x</sub>触媒装置17が配置されている。このNO<sub>x</sub>触媒装置17は、空燃比がリーン状態( $\lambda>1$ )での運転時に三元触媒装置16で浄化されずに流れ込んでくるNO<sub>x</sub>を吸収してその外部への排出を抑制すると共に、空燃比が理論空燃比近傍ないしリッチ状態( $\lambda\leq 1$ )になったときに、吸収していたNO<sub>x</sub>を放出してリッチ状態で排気ガス中に多量に存在するCO、HCと反応させることにより、同じくNO<sub>x</sub>の外部への排出を抑制するもので、バリウムを主成分とし、カリウム、マグネシウム、ストロンチウム及びランタン等を含むNO<sub>x</sub>吸収材を内装する。

【0042】また、この排気通路10における上記三元触媒装置16の上流側所定位置と、吸気通路9におけるサージタンク14の上流側所定位置との間には、排気通路10内を流れる排気ガスの一部を吸気通路9に還流する排気還流通路18が設けられていると共に、この通路

18の吸気通路9との合流部近傍には排気ガスの還流量を調節する排気還流制御弁19が設置されている。

【0043】さらに、このエンジン1には、コントロールユニット(以下、「ECU」と記す)20が備えられ、このECU20に、上記エアフローセンサ12からの吸入空気量を示す信号、スロットルバルブ13の開度を検出するスロットル開度センサ21からの信号、排気還流制御弁19の開度を検出する還流量センサ22からの信号、サージタンク14内の吸気負圧を検出するブーストセンサ23からの信号、インジェクタ6に供給される燃料の圧力を検出する燃圧センサ24からの信号、エンジン本体2内における冷却水の温度を検出する水温センサ25からの信号、燃焼室4に近い側に設けられ、排気ガス中の残存酸素濃度から燃焼室4に供給されている混合気の空燃比が理論空燃比よりリッチかリーンかを検出する第1O<sub>2</sub>センサ26からの信号、排気ガスの温度、より詳しくはNO<sub>x</sub>触媒装置17に流入する直前の排気ガス温度を検出する排気温センサ27からの信号、例えばNO<sub>x</sub>触媒装置17のイオウ被毒状態を所定の時期に検出するための第2O<sub>2</sub>センサ28からの信号、エンジン1の回転数を検出するエンジン回転センサ29からの信号、当該車両の運転者の操作によるアクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセル開度センサ30からの信号、吸気温度を検出する吸気温センサ31からの信号、大気圧を検出する大気圧センサ32からの信号等が入力されるようになっている。

【0044】そして、ECU20は、これらの信号が示すエンジン1の運転状態等に応じて、上記スロットルバルブ13を駆動するアクチュエータ33、排気還流制御弁19、インジェクタ6、スワール生成弁15を駆動するアクチュエータ34、及び点火プラグ5を点火させる点火回路35等にそれぞれ制御信号を出力し、スロットルバルブ13の開度の制御、排気ガスの還流制御、燃料噴射量及び噴射時期の制御、スワールの生成制御、及び点火時期の制御等を総合的に行うようになっており、特に、これらの制御の一環として、上記NO<sub>x</sub>触媒装置17によるNO<sub>x</sub>浄化制御及び該触媒装置17のイオウ被毒解消制御を行うようになっている。以下、これらのNO<sub>x</sub>浄化制御及びイオウ被毒解消制御について説明する。

【0045】まず、NO<sub>x</sub>浄化制御を概説する。図2は、このエンジン1の目標空燃比マップである。同図に示すように、このマップにおいては、エンジン回転数とエンジン負荷とをパラメータとするエンジンの運転領域が、低中回転低中負荷の第1の領域Aと、高回転高負荷の第2の領域Bと、これらの領域A、Bの間に設けられた第3の領域Cと、所定エンジン回転数以上の低負荷領域に設けられ、燃焼室4内への燃料の噴射が停止される燃料カット領域Dとに分割されている。

【0046】最も運転頻度の高い第1の領域Aは、空燃

比(A/F)を大きくするリーン運転領域である。このリーン運転領域Aにおけるリーン運転時は、燃料を圧縮行程中に噴射し(後期噴射)、燃料を点火プラグ5の近傍に偏在させて成層燃焼させる。このリーン運転時は、排ガス中のCOやHCの排出量が少なくなる一方、酸素濃度及びNO<sub>x</sub>濃度が高くなる。しかし、NO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>触媒装置17に吸収されるから、燃費性能と排気性能とが共に向上することになる。

【0047】また、高速運転時や加速時等の運転領域である第2の領域Bは、空燃比を小さくするリッチ運転領域である。このリッチ運転領域Bにおけるリッチ運転時は、燃料を吸気行程中に噴射し(前期噴射)、燃料を燃焼室4内で十分に気化霧化させる。このリッチ運転時は、排ガス中のCOやHCの排出量が多くなる一方、酸素濃度及びNO<sub>x</sub>濃度が低くなる。しかし、NO<sub>x</sub>触媒装置17に吸蔵されていたNO<sub>x</sub>と、CO、HCとが酸化還元反応するから、良好なトルクが得られると共に排気性能が向上することになる。

【0048】さらに、第3の領域Cは、空燃比を理論空燃比(A/F=14.7)にする理論空燃比運転領域(λ1運転領域)である。この理論空燃比運転領域Cにおける理論空燃比運転時は、上記リッチ運転時と同様、燃料を吸気行程中に噴射し(前記噴射)、燃料を燃焼室4内で十分に気化霧化させる。この理論空燃比運転時は、排ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>が三元触媒装置16によって同時に浄化される。

【0049】図3のタイムチャートに示すように、リーン運転が継続するに伴い、NO<sub>x</sub>触媒装置17に吸収されるNO<sub>x</sub>の量が増加していく。これをそのまま放置すると、そのうち飽和状態となり、NO<sub>x</sub>触媒装置17の触媒機能が低下するから、吸収したNO<sub>x</sub>を放出するために、図中符号アで示す所定の周期で、符号イで示す所定時間だけ、空燃比を理論空燃比(λ=1)とする。明らかに、上記所定周期アは、NO<sub>x</sub>触媒装置17がNO<sub>x</sub>飽和状態になるより短い周期に設定されている。これにより、NO<sub>x</sub>触媒装置17のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が回復し、再びNO<sub>x</sub>を安定的に吸収できるようになる。

【0050】NO<sub>x</sub>触媒装置17に吸収されたNO<sub>x</sub>は、このように定期的且つ意図的に放出処理されるほか、運転者の運転操作に応じて、例えば、図中符号ウで示すように運転領域がリーン運転領域Aからリッチ運転領域Bに切り換わったときや、理論空燃比運転領域Cに切り換わったときにも、該触媒装置17から放出され、NO<sub>x</sub>触媒装置17のNO<sub>x</sub>吸蔵能力が回復することになる。

【0051】次に、本発明の特徴部分を構成するNO<sub>x</sub>触媒装置17のイオウ被毒解消制御を図4のフローチャートに従って説明する。ただし、図4に示したフローチャートは、このイオウ被毒解消制御の具体的動作の一例を示すものであると共に、主としてリーン運転が継続し

ている場合の動作を代表してよく示すものである。また、図5に示したタイムチャートも、走行中の一時期におけるNO<sub>x</sub>浄化制御及びイオウ被毒解消制御の動作の一例を示すものであり、特に、NO<sub>x</sub>吸収量とイオウ付着量との比率を正確に示すものではなく、その増減して推移する方向性の一例を示すためのものである。

【0052】最初に、この制御の基本的なおよその流れを説明する。このイオウ被毒解消制御は、イグニッションスイッチがオンである期間中繰り返し実行される。また、このイオウ被毒解消制御は、燃料噴射量、燃料噴射時期、および点火時期の各制御と無関係なサイクルで実行される。そして、燃料の供給に伴ってNO<sub>x</sub>触媒装置17、より詳しくは該触媒装置17のNO<sub>x</sub>吸収材に付着するイオウ成分量S<sub>a</sub>の推定を行なう(ステップS3)。

【0053】そして、そのイオウ付着量S<sub>a</sub>が所定量S<sub>01</sub>以上となり(ステップS5で肯定的判定)、且つ、所定のイオウ放出実行許可条件が満足されている(ステップS9で肯定的判定)ときに、イオウ放出処理を実行する(ステップS10)。このイオウ放出処理は、燃料の分割噴射や点火時期のリタードによって排気ガス温度T<sub>mp</sub>を上昇させ、もってNO<sub>x</sub>触媒装置17をイオウ放出可能温度にまで昇温させることにより行う。

【0054】そして、このイオウ放出処理によって、NO<sub>x</sub>吸収材から放出されたイオウ成分量を推定することにより、NO<sub>x</sub>吸収材におけるイオウ成分の残存量S<sub>r</sub>を推定する(ステップS11)。その結果、NO<sub>x</sub>吸収材におけるイオウ残存量S<sub>r</sub>がゼロとなったとき(ステップS12で肯定的判定)に、フラグFやタイマ類をリセットして、今回のイオウ放出処理を終了する(ステップS17)。

【0055】以上は、イオウ放出実行許可条件が継続して満足され、イオウ放出処理がイオウ残存量S<sub>r</sub>がゼロとなるまで円満に遂行された場合である。これに対し、実行許可条件が運転者の運転操作により満足されず、その結果、NO<sub>x</sub>触媒装置17のイオウ付着量S<sub>a</sub>が所定量S<sub>01</sub>以上となってイオウを除去する必要が生じていても、イオウ放出処理を実質的に開始できない状況(ステップS9で否定的判定)や、いったん開始したイオウ放出処理を途中で中断しなければならない状況(ステップS13で否定的判定)が生じ得る。そのようなときは、イオウ放出処理が円満に終了したときとは別の処置が講じられる(ステップS18~S20)。以下、順にステップを追って説明する。

【0056】まず、ステップS1で、イオウ被毒時間T<sub>s</sub>を計測する。このイオウ被毒時間T<sub>s</sub>は、イオウがNO<sub>x</sub>触媒装置17に付着し始めてからの経過時間である。このイオウ被毒時間T<sub>s</sub>は、イオウ放出処理が円満に終了したときのみ、ステップS17でリセットされるが、ステップS9で否定的判定がなされてイオウ放出

処理が開始できないときや、ステップS13およびステップS16で否定的判定がなされてイオウ放出処理が途中で強制的に中断されたときには、リセットされず、計測が続けられる。

【0057】次に、ステップS2で、リーン運転の連続継続時間 $T_{1n}$ を計測する。このリーン継続時間 $T_{1n}$ の計測は、具体的には、図5のフローチャートに従って行われ、ステップS31でリーン運転か否かを判定し、リーン運転のときは、ステップS32でリーン時間 $T_{1n}$ を計測していく。一方、リーン運転でないときは、ステップS33でリーン時間 $T_{1n}$ をリセットする。ただし、それまでにステップS32で計測したリーン時間 $T_{1n}$ の最後の値はメモリに格納しておく。これにより、リーン運転が $\text{NO}_x$ 浄化制御によって定期的に中断したり、あるいは運転者の運転操作に応じてランダムに中断する度に、それまで行われていたリーン運転の連続継続時間 $T_{1n}$ がメモリに残存する。

【0058】メインフローに戻り、次に、ステップS3で、 $\text{NO}_x$ 触媒装置17のイオウ被毒状態、すなわちイオウ付着量 $S_a$ を推定する。このイオウ付着量 $S_a$ の推定は、具体的には、図6のフローチャートに従って行われ、ステップS41で、図1に示す各センサからのデータを読み込んだうえで、前回イオウ付着量 $S_a$ を推定してから今回イオウ付着量 $S_a$ を推定するまでの間にインジェクタ6から噴射された燃料の量（燃料供給量） $T_p$ を算出する。

【0059】次に、ステップS42で、上記燃料供給量 $T_p$ に基づいて、前回イオウ付着量 $S_a$ を推定してから今回イオウ付着量 $S_a$ を推定するまでの間に増加したイオウ付着量（すなわち、単位時間あたりに $\text{NO}_x$ 触媒装置17に付着したイオウ付着瞬時量）の基本値 $S_v$ を設定する。ここで、この基本イオウ増加量 $S_v$ は、図7に示すように、イオウの発生源である燃料の上記供給量 $T_p$ に略比例する。

【0060】次に、ステップS43～S45で、上記基本イオウ増加量 $S_v$ に対する補正係数 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ をそれぞれ設定する。すなわち、ステップS43では排気温度センサ27で検出された排ガス温度 $T_{mp}$ に基づいて第1補正係数 $K_1$ を、ステップS44では上記ステップS2で計測されたリーン運転継続時間 $T_{1n}$ に基づいて第2補正係数 $K_2$ を、そして、ステップS45ではイオウ付着量の前回値（既イオウ付着量） $S_{a[i-1]}$ に基づいて第3補正係数 $K_3$ を設定する。

【0061】ここで、第1補正係数 $K_1$ は、図8に示すように、所定の排ガス温度 $T_{mp}'$ をピークにそれより高くなってもまた低くなっても小さい値に設定される。また、第2補正係数 $K_2$ は、図9に示すように、所定のリーン運転継続時間 $T_{1n}'$ をピークにそれより長くなってもまた短くなっても小さい値に設定される。また、第3補正係数 $K_3$ は、図10に示すように、所定の既イ

オウ被毒量 $S_a'$ より多くなったときに小さい値に設定される。

【0062】特に第2補正係数 $K_2$ が上記のような特性であるのは、およそ次のような理由による。すなわち、リーン運転時間 $T_{1n}$ が長いときは、図11に模式的に示すように、 $\text{NO}_x$ 触媒装置17に用いられている $\text{NO}_x$ 吸収材の主成分であるバリウム（Ba）にすでに多量の $\text{NO}_x$ やイオウ（S）が付着している。そのため、新規にイオウがバリウムに付着し難くなり、単位時間あたりのイオウ付着量が減少する。

【0063】また、リーン運転時間 $T_{1n}$ が短いときには、図12に模式的に示すように、イオウとバリウムとの接触時間が短くなるため、これらのイオウとバリウムとの間に強固な結合が生成し難くなり、次に理論空燃比運転やリッチ運転に切り換わったときに、イオウが $\text{NO}_x$ 同様、放出され易くなり、やはり単位時間あたりのイオウ付着量が減少する。

【0064】つまり、時間の経過とともに累積のイオウ付着量 $S_a$ は増加するにしても、例えば、同じ5分間のリーン運転であっても、1分間のリーン運転を5回行ったときに比べて、5分間のリーン運転（図9に示す所定のリーン運転継続時間 $T_{1n}'$ に相当する）を1回行ったときの方が、イオウ付着量の累積総量が多くなるのである。また、例えば、同じ20分間のリーン運転であっても、20分間のリーン運転を1回行ったときに比べて、5分間のリーン運転（同じく、図9に示す所定のリーン運転継続時間 $T_{1n}'$ に相当する）を4回行ったときの方が、同じくイオウ付着量の累積総量が多くなるのである。

【0065】したがって、連続リーン運転時間を上記所定時間 $T_{1n}'$ を避けて、それより短くするか、あるいは長くすることが、イオウ成分を $\text{NO}_x$ 吸収材に付着させ難くする観点から有利となり、前述の $\text{NO}_x$ 浄化制御において $\text{NO}_x$ 放出のために定期的に空燃比を理論空燃比とする周期（ $\tau$ ）は、例えば、上記所定時間 $T_{1n}'$ より短く設定されている。

【0066】そして、このような特性を有する第2補正係数 $K_2$ で、基本イオウ増加量 $S_v$ を補正することにより、一層精度の高いイオウ付着量 $S_a$ の推定が行える。

【0067】次に、ステップS46で、数1に従って、上記基本イオウ増加量 $S_v$ に第1～第3補正係数 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ を乗算することにより、補正イオウ増加量 $S_{v'}$ を算出する。

【0068】

【数1】

$$S_{v'} = S_v \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

【0069】そして、ステップS47で、数2に従って、上記補正イオウ増加量 $S_{v'}$ を前回推定した既イオウ付着量 $S_{a[i-1]}$ に加算することにより、今回のイオウ付着推定量 $S_a$ を算出する。

【0070】

【数2】

$$S a = S a [i - 1] + S v'$$

【0071】なお、イオウ被毒、すなわちNO<sub>x</sub>吸収材へのイオウ成分の付着は、排気ガスが先に流入するNO<sub>x</sub>触媒装置17の上流部分から優先して始まる。つまり、触媒装置17は一樣にはイオウ成分が付着せず、イオウ成分は排ガスの通過経路に沿って偏って付着する。それゆえ、イオウ付着量S aを推定するにあたり、触媒装置17を排ガスの通過経路に沿って一般にn個のブロックに分割して考え、各ブロック毎にイオウ付着量S a[j] (j=1~分割数n)を推定して、その総和(S a[1]+...+S a[n])を触媒装置17全体のイオウ付着量S aとすることができる。明らかに、上流側ブロックのイオウ付着量S a[j]は、下流側ブロックのそれに比べて多く推定されることになる。

【0072】あるいは、各ブロック毎に推定したイオウ付着量S a[j]の平均値((S a[1]+...+S a[n])/n)を触媒装置17のイオウ付着量S aを代表する値として取り扱うようにすることもできる。

【0073】このような考え方については、後にステップS11でさらに詳しく述べる。

【0074】メインフローに戻り、次に、ステップS4で、フラグFが1にセットされているか否かを判定し、フラグFが1にセットされていない場合、ステップS5で、上記ステップS3で推定したイオウ被毒量S aが予め設定された判定基準量S01以上か否かを判定し、基準量S01以上のときに、ステップS6で上記フラグFを1にセットし、ステップS7以下を実行する。これに対し、ステップS4で、すでにフラグFが1にセットされている場合は、イオウ被毒量S aが判定基準量S01以上か否かを判定することなく、直ちにステップS7以下を実行する。また、ステップS5で、イオウ付着量S aが判定基準量S01未満のときは、ステップS2に戻る。

【0075】ここで、上記判定基準量S01は、例えば触媒装置17のNO<sub>x</sub>浄化効率が80%にまで低下するときのイオウの付着量等に設定される。すなわち、上記フラグFは、触媒装置17のNO<sub>x</sub>浄化効率がNO<sub>x</sub>エミッションに影響を及ぼすほどに低下するぐらいの量のイオウ成分が該触媒装置17に付着しているかどうかを表示するイオウ除去要求フラグである。

【0076】ステップS7では、NO<sub>x</sub>触媒装置17に対するイオウ放出処理実行時の排ガス温度T<sub>mp</sub>の標準的な目標値である第1目標温度T1を設定する。この第1目標温度T1は、ステップS1で計測したイオウ被毒時間T<sub>s</sub>に基づいて設定される。その場合に、図13に示すように、第1目標温度T1は650℃と700℃との間の温度に設定され、イオウ被毒時間T<sub>s</sub>が長いときは、短いときに比べて、高い温度に設定される。また、

第1目標温度T1を、さらに、ステップS3で推定したイオウ付着量S aに基づいて補正してもよい。この場合も、図13に準じて、第1目標温度T1は、イオウ付着量S aが多いときは、少ないときに比べて、高い温度に補正される。

【0077】なお、上記イオウ被毒時間T<sub>s</sub>は、前述したように、ステップS9で否定的判定がなされてイオウ放出処理が開始できないときや、ステップS13およびステップS16で否定的判定がなされてイオウ放出処理が途中で強制的に中断されたときにはリセットされずに計測が続けられるから、そのようなときは、ステップS9およびステップS13で肯定的判定がなされ続けてステップS17でイオウ放出処理が円満に終了したときに比べて、長いイオウ被毒経過時間T<sub>s</sub>が計測され、高い第1目標温度T1が設定される。これにより、長期間に亘って付着しているイオウ成分を効率よく速やかに放出除去することが可能となる。

【0078】次に、ステップS8で、イオウ放出処理実行時の排気ガス温度T<sub>mp</sub>の最終値T0を選択する。すなわち、上記ステップS7で設定した第1目標温度T1と、後述するステップS19で設定した第2目標温度T2とを比較し、高い方を目標排ガス温度T0として最終的に選択するのである。

【0079】ここで、ステップS19は、イオウ放出実行許可条件が満足されないことにより、イオウ放出処理が実質的に開始できないとき(ステップS9で否定的判定があったとき)、あるいは、いったん開始したイオウ放出処理が途中で強制終了するとき(ステップS13で否定的判定があったとき)に実行されるルーティンである。したがって、イオウ放出処理が円満に最後まで遂行されたとき(ステップS12で肯定的判定があったとき)は、第2目標温度T2は設定されず、このステップS8において、ステップS7で設定した第1目標温度T1がそのまま無条件に最終目標排ガス温度T0に選択される。

【0080】なお、ステップS10のイオウ放出処理では、この最終目標排ガス温度T0が実現するように、燃料の分割噴射や点火時期のリタードが行なわれ、その結果、NO<sub>x</sub>触媒装置17に付着したイオウ成分が除去される。その場合に、ステップS10のイオウ放出処理の開始時一定期間においては、上記の最終目標排ガス温度T0よりも所定温度だけ高い温度を目標温度としてもよい。これにより、排気ガス温度T<sub>mp</sub>の立ち上がりが促進され、イオウ成分が放出処理開始後速やかに除去され始める。図13に示す破線は、例えば第1目標温度T1がそのまま最終目標排ガス温度T0に選択された場合において、そのようにイオウ放出処理の開始時一定期間においてのみ設定する最終目標排ガス温度T0よりも高い目標温度を例示するものである。

【0081】次いで、ステップS9で、イオウ放出実行

許可条件が満足されているか否かの判定を行う。すなわち、車速Vがイオウ放出処理を実行しても不具合のない所定車速V01以上であるか否かを判定するのである。

【0082】なお、ここでイオウ放出実行許可条件を車速で設定したのは、低車速時にイオウ放出処理のために分割噴射や点火時期のリタードを行っても排気ガス温度T<sub>mp</sub>がイオウ放出可能温度である目標温度T<sub>0</sub>（例えば、この実施の形態においては、図13より、T<sub>0</sub> ≥ 650℃）まで上昇せず効率のよいイオウ放出処理が実現しないこと、低車速時にイオウ放出処理のために分割噴射や点火時期のリタードを行うとエンジン出力が過度に不安定化することなどの理由による。しかし、イオウ放出実行許可条件は、これに限られず、一般に、イオウ放出処理を実行することにより何らかの不具合が随伴する、あるいは随伴する不具合が相対的に大きくなるような状況を排除する目的で他のパラメータを用いて設定してもよい。

【0083】車速Vが上記所定車速V01以上であると判定した場合はステップS10に進んでイオウ放出処理を実行し、車速Vが上記所定車速V01以上でないと判定した場合にはイオウ放出処理を実行せずにステップS18に進む。

【0084】ステップS10のイオウ放出処理は図14に示すフローチャートに従って行なわれる。まず、ステップS51で、現在用いている図2に示す通常時の目標空燃比マップを、図15に示すイオウ放出処理時の目標空燃比マップに切り換える。ここで、このイオウ放出処理時の目標空燃比マップにおいては、全運転領域が理論空燃比領域Cとされている。すなわち、現在行なわれているリーン運転を禁止して強制的に理論空燃比運転（λ1運転）とすると共に、燃料カット（F/C）を禁止するのである。理論空燃比運転とすることにより、排気ガス中のCO濃度が高くなり、NO<sub>x</sub>吸収材に付着したイオウ成分が放出され易い環境が生成される。また、燃料カットを禁止することにより、燃料が常に供給され、燃料噴射制御を利用したイオウ放出処理が安定して遂行されることになる。

【0085】次いで、ステップS52で、分割噴射領域か否かを判定する。つまり、現在のエンジン1の運転状態が、イオウ放出のための排気ガスの昇温を燃料の分割噴射によって行う運転領域内にあるかどうかを判定するのである。ここで、分割噴射領域は、図15のイオウ放出処理時のマップにおいて、中回転中負荷領域（斜線を施した全部分）に設定されている。

【0086】分割噴射領域である場合は、ステップS53、S54で、燃料の後期噴射量および後期噴射時期を設定する。ここで、後期噴射とは、図2の通常時マップと同様、燃料を圧縮行程中に噴射することであり、燃料を吸気行程中に噴射する前期噴射に比べて燃料の気化霧化が進まず、未燃成分が増加する。

【0087】ステップS53での後期噴射量T<sub>pt</sub>の設定は、数3に従って、吸入空気量などから別途定められる全燃料噴射量T<sub>p</sub>に、後期噴射量係数K<sub>4</sub>、K<sub>5</sub>（いずれも1未満の値）を乗算することにより行なわれる。

【0088】

【数3】

$$T_{pt} = T_p \times K_4 \times K_5$$

【0089】ここで、第4の補正係数である、第1後期噴射量係数K<sub>4</sub>は、目標排ガス温度T<sub>0</sub>（イオウ放出処理の開始時一定期間は目標排ガス温度T<sub>0</sub>を所定温度だけ高くする場合も含む）に基いて定められ、図16に示すように、目標温度T<sub>0</sub>が高いほど大きな値に設定される。また、第5の補正係数である、第2後期噴射量係数K<sub>5</sub>は、実排ガス温度T<sub>mp</sub>に基いて定められ、図17に示すように、実排ガス温度T<sub>mp</sub>が低いほど大きな値に設定される。したがって、目標排ガス温度T<sub>0</sub>が高いほど、また、実排ガス温度T<sub>mp</sub>が低いほど、後期噴射量T<sub>pt</sub>が多くなる。その結果、燃料の未燃成分が一層増加し、NO<sub>x</sub>触媒装置17におけるNO<sub>x</sub>吸収材の温度がより上昇されることになる。

【0090】一方、ステップS54では、後期噴射時期は、エンジン負荷が低いときほどより遅くなるように設定される。したがって、低負荷時で実排ガス温度T<sub>mp</sub>が低いほど、後期噴射時期が遅くなり、燃料の気化霧化がなお一層進まず、未燃成分がより増加して、NO<sub>x</sub>触媒装置17におけるNO<sub>x</sub>吸収材の温度がより上昇されることになる。

【0091】このようにして設定された後期噴射量T<sub>pt</sub>及び後期噴射時期はインジェクタ6に制御信号として出力され、エンジン1に対する燃料噴射量及び噴射時期の制御に用いられる。

【0092】次いで、ステップS55で、リタード制御領域か否かを判定する。つまり、現在のエンジン1の運転領域が、イオウ放出のための排気ガスの昇温を点火時期のリタードによって行う運転領域内にあるかどうかを判定するのである。ここで、リタード制御領域は、図15のイオウ放出処理時のマップにおいて、分割噴射領域のうちの低負荷側の領域（ラインXより下の密に斜線を施した部分）に重ねて設定されている。すなわち、このリタード制御領域では、燃料の分割噴射と点火時期のリタードとの両方が行なわれる。

【0093】リタード制御領域である場合は、ステップS56で、リタード量を設定する。特に、このステップS56では、リタード量は、実排ガス温度T<sub>mp</sub>が目標温度T<sub>0</sub>に収束するようにフィードバック制御される。

【0094】ステップS56のリタード量の設定およびそのフィードバック制御は図18に示すフローチャートに従って行なわれる。まず、ステップS61で、排気温センサ27で検出される実排ガス温度T<sub>mp</sub>を読み込んだうえで、ステップS62で、リタード制御の実行開始

時か否かを判定する。

【0095】そして、リタード制御の開始時の最初の一回だけステップ63に進み、実排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ 以上であるか否かを判定する。その結果、実排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ 以上のときは、ステップS64で、基本リタード量として、予め設定された高温用リタード量を設定し、目標温度 $T_0$ 以上でないときには、ステップS65で、基本リタード量として、予め設定された低温用リタード量を設定する。

【0096】ここで、低温用リタード量は、高温用リタード量に比べて、大きなリタード量に設定されている。これにより、排気ガス温度 $T_{mp}$ が低いときは、高いときに比べて、より程度の大きい昇温が図られる。

【0097】一方、リタード制御の開始時でないとき、つまりリタード制御がすでに開始しているときは、ステップS66に直接進み、実排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ 以上であるか否かを判定する。その結果、実排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ 以上のときは、さらにステップS68で、実排ガス温度 $T_{mp}$ が、目標温度 $T_0$ よりヒステリシスの増分 $\Delta T_0$ だけ高い温度( $T_0 + \Delta T_0$ )以上であるか否かを判定する。そして、そうであるときには、ステップS69で、リタード量を所定量だけ減量する。

【0098】一方、ステップS68でそうでないとき、つまり、実排気ガス温度 $T_{mp}$ が、目標温度 $T_0$ 以上で、ヒステリシスの増分 $\Delta T_0$ だけ高い温度( $T_0 + \Delta T_0$ )未満であるときには、リタード量をそのまま維持する。

【0099】さらに、ステップS66で、実排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ 以上でないと判定されたときは、ステップS67で、リタード量を所定量だけ増量する。

【0100】このようにして設定された点火時期のリタード量は点火プラグ5の点火回路35に制御信号として出力され、エンジン1に対する点火時期の制御に用いられる。

【0101】以上により、図14のイオウ放出処理のフローチャートおよび図15のイオウ放出処理時の空燃比マップから明らかなように、エンジン1の運転状態が中回転中負荷領域のうちの高負荷側にある場合(ステップS52で肯定的判定およびステップS55で否定的判定の場合)は、排気ガスの昇温のために分割噴射のみ行われる。また、エンジン1の運転状態が中回転中負荷領域のうちの低負荷側にある場合(ステップS52で肯定的判定およびステップS55でも肯定的判定の場合)は、分割噴射と点火時期のリタードとが併せて行われる。

【0102】しかし、エンジン1の運転状態がもとと中回転中負荷領域にない場合(ステップS52で否定的判定の場合)には、分割噴射も点火時期のリタードも行なわれない。つまり、低回転低負荷時、および高回転高負荷時には、排気ガスの昇温が実質的に行なわれないの

である。

【0103】これは、低回転低負荷領域では、排ガス温度 $T_{mp}$ がもともと低く、排ガスの昇温を行ってもイオウ放出処理実行可能な目標温度 $T_0$ まで上昇しない可能性があると共に、排ガスの昇温を行うとエンジン1の出力状態が不安定となる可能性があるから、そのような無駄を回避する目的である。

【0104】一方、高回転高負荷領域では、排ガス温度 $T_{mp}$ がもともと高く、わざわざ排ガスの昇温を行わなくてもイオウ放出が行なわれる可能性があると共に、排ガスの昇温を行うと $NO_x$ 吸収材ひいては $NO_x$ 触媒装置17が過度に高温となって損傷する可能性があるから、やはりそのような無駄を回避する目的である。

【0105】そして、このような対策を講じることにより、分割噴射やリタードを用いた排ガスの昇温に伴って発生する燃費の悪化やトルクの低下などの不具合もまた必要最小限に抑制される。

【0106】さらに、エンジン1の運転状態が中回転中負荷領域にあり、排ガスの昇温を行う場合においても、基本的には、排ガスの昇温を分割噴射で行い、排ガス温度が相対的に低く、より大きな程度に昇温する必要のある低負荷時においてのみ、リタードも併せて行うから、リタードによるトルクの低下の不具合がやはり必要最小限に抑制される。

【0107】メインフローに戻り、次いで、ステップS11で、 $NO_x$ 吸収材に残存しているイオウ残存量 $S_r$ を推定する。このイオウ残存量 $S_r$ の推定は、図19のフローチャートに従って行なわれ、まず、ステップS71で、排ガス温度 $T_{mp}$ が650℃以上であるか否かを判定し、その結果、排ガス温度 $T_{mp}$ が650℃未満のときは、ステップS72でイオウ放出処理時間 $T_r$ をリセットし、650℃以上のときは、ステップS73でイオウ放出処理時間 $T_r$ を計測する。

【0108】つまり、上記ステップS7で、図13を用いて第1目標温度 $T_1$ を設定したときと同様に、排ガス温度 $T_{mp}$ ひいては $NO_x$ 触媒17の温度が最低限650℃以上のときにイオウ成分が放出され得るものとして、この650℃をイオウ成分の放出可能温度の最低温度としているのである。もちろん、例えば $NO_x$ 触媒装置17に流入する排気ガスの空燃比などのその他の環境条件などにより、このイオウ成分放出可能温度はいろいろな値に設定され得るものである。

【0109】次いで、ステップS74以下において、上記イオウ放出処理時間 $T_r$ と、排気温度センサ27によって検出された排ガス温度 $T_{mp}$ とに基づいて、イオウ放出量を推定し、該イオウ放出量からイオウ残存量 $S_r$ を推定する。

【0110】まず、このステップS74以下で行うイオウ残存量 $S_r$ の推定動作の概略を説明する。ステップS3のイオウ付着量 $S_a$ の推定動作で述べたように、排気

ガスは図20に示すようにNO<sub>x</sub>触媒装置17の上流部分から先に流れ込む。したがって、上記ステップS10で実行するイオウ放出処理においても、イオウ放出可能温度にまで昇温された排気ガスはNO<sub>x</sub>吸収材の上流部分から先に流れ込み、該上流部分が先に昇温されて、イオウの放出は該上流部分において優先して始まる。つまり、触媒装置17は一樣にはイオウ成分が放出除去されず、イオウ成分は排ガスの通過経路に沿って偏って除去され、偏って残存する。

【0111】それゆえ、イオウ放出量ないし残存量S<sub>r</sub>を推定するにあたり、触媒装置17を、図20に示すように、排ガスの通過経路に沿って一般にn個のブロック(斜線を施した部分)に分割して考え、各ブロック毎にイオウ残存量S<sub>r</sub>[j] (j=1~分割数n)を推定して、その総和(S<sub>r</sub>[1]+...+S<sub>r</sub>[n])を触媒装置17全体のイオウ残存量S<sub>r</sub>とするのである。これにより、精度のよいイオウ放出量ないしイオウ残存量の推定を図ることが可能となる。明らかに、図20において左側の上流側ブロックのイオウ残存量S<sub>r</sub>[j]は、下流側ブロックのそれに比べて少なく推定される。

【0112】なお、各ブロック毎に推定したイオウ残存量S<sub>r</sub>[j]の総和(S<sub>r</sub>[1]+...+S<sub>r</sub>[n])に代えて、各ブロック毎に推定したイオウ残存量S<sub>r</sub>[j]の平均値((S<sub>r</sub>[1]+...+S<sub>r</sub>[n])/n)を触媒装置17のイオウ残存量S<sub>r</sub>を代表する値として取り扱うようにしてもよい。

【0113】この実施の形態においては、一例として、図20に示すように、NO<sub>x</sub>触媒装置17を10個のブロックに分割して考えている(j=1~10)。ステップS74では、イオウ放出処理時間T<sub>r</sub>と排ガス温度T<sub>mp</sub>とに基づいて、全NO<sub>x</sub>吸収材の容積のうち、イオウ成分が完全に放出除去された領域(完全除去領域)SAの割合(%)、換言すればブロックの数を、図21に示すような特性のマップから設定する。図21に示すように、完全除去領域SAは、放出処理時間T<sub>r</sub>が長くなるほど、また、排ガス温度T<sub>mp</sub>が高くなるほど、大きくなる。つまり、完全除去領域SAに属するブロックの数が多くなる。

【0114】図21のマップは、例えば、排ガス温度T<sub>mp</sub>が700℃のときは、イオウ放出処理時間T<sub>r</sub>がt<sub>1</sub>に到達したときに、また、排ガス温度T<sub>mp</sub>が650℃のときは、それより長いt<sub>2</sub>に到達したときに、10個のブロック全部からイオウが放出され、完全除去領域SAが100%となることを示している。

【0115】次のステップS75では、同じくイオウ放出処理時間T<sub>r</sub>と排ガス温度T<sub>mp</sub>とに基づいて、NO<sub>x</sub>吸収材のうち、イオウ成分が部分的に放出除去された\*

$$S_r = \frac{S_a}{j} \times (100 - \alpha) \times (j \times \frac{S_B}{100}) + \frac{S_a}{j} \times (j \times \frac{S_C}{100})$$

【0122】なお、式中に記した「S<sub>B</sub>」、「S<sub>C</sub>」

\*領域(部分除去領域)S<sub>B</sub>の割合(%)(ブロック数)を、図22に示すような特性のマップから設定する。図22に示すように、部分除去領域S<sub>B</sub>は、少なくとも放出処理時間T<sub>r</sub>が長くなるに従って小さくなり、完全除去領域SAが100%となったとき(t<sub>1</sub>またはt<sub>2</sub>)に消滅する。

【0116】なお、イオウ成分が全く除去されていない未除去領域S<sub>C</sub>の割合(%)(ブロック数)は、上記完全除去領域SAの割合と部分除去領域S<sub>B</sub>の割合とを加えた値を、全NO<sub>x</sub>吸収材の容積から減算することにより求められる。

【0117】次のステップS76では、同じくイオウ放出処理時間T<sub>r</sub>と排ガス温度T<sub>mp</sub>とに基づいて、部分除去領域S<sub>B</sub>におけるイオウ除去率α(% )を、図23に示すような特性のマップから設定する。図23に示すように、部分除去領域S<sub>B</sub>におけるイオウ除去率α(% )は、この実施の形態においては、放出処理時間T<sub>r</sub>とは無関係に、排ガス温度T<sub>mp</sub>が高くなるほど大きくなるように設定されている。

【0118】なお、部分除去領域S<sub>B</sub>におけるイオウ残存率β(% )は、(100-α)%であり、また、完全除去領域SAにおけるイオウ除去率は100%(イオウ残存率は0%)、未除去領域S<sub>C</sub>におけるイオウ除去率は0%(イオウ残存率は100%)である。

【0119】次のステップS77では、以上得られた各データから最終的にNO<sub>x</sub>吸収材全体のイオウ残存量S<sub>r</sub>を算出する。そのためには、例えば、各領域SA、S<sub>B</sub>、S<sub>C</sub>毎に放出されたイオウ成分の量を推定し、その総和を求め、そして、その値をステップS3で推定したイオウ付着量S<sub>a</sub>から減算する。あるいは、各領域SA、S<sub>B</sub>、S<sub>C</sub>毎に放出されたイオウ成分の量を推定し、その値を各領域SA、S<sub>B</sub>、S<sub>C</sub>毎に付着したイオウ成分の量(例えば「S<sub>a</sub>/j(ブロックの数)」とする)から減算し、そして、その総和を求めてもよい。

【0120】ここで、完全除去領域SAに属するブロック(上流側ブロック)の各イオウ残存量S<sub>r</sub>[j]はゼロであり、未除去領域S<sub>C</sub>に属するブロック(下流側ブロック)の各イオウ残存量S<sub>r</sub>[j]はステップS3で推定された各イオウ付着量(S<sub>a</sub>/j)のままであり、そして、部分除去領域S<sub>B</sub>に属するブロック(中央部のブロック)の各イオウ残存量S<sub>r</sub>[j]は、((S<sub>a</sub>/j)×(100-α))であるから、NO<sub>x</sub>吸収材全体の総イオウ残存量S<sub>r</sub>は、例えば数4に従って求められる。

【0121】

【数4】

は、それぞれNO<sub>x</sub>吸収材のうちの部分除去領域、未除

去領域の割合(%)を示すものとする。そして、同じく式中に記した「 $(j \times SB / 100)$ 」, 「 $(j \times SC / 100)$ 」は、それぞれ部分除去領域、未除去領域に属するブロックの数を示すものとする。

【0123】ここで求められた $NO_x$ 吸収材全体の総イオウ放出量または総イオウ残存量 $S_r$ は、一回一回のイオウ放出処理について放出されたイオウ放出量またはイオウ残存量であって、各イオウ放出処理の結果放出されたイオウ放出量またはイオウ残存量の累積量ではない。そして、該放出量あるいは残存量を求めるためのパラメータであるイオウ放出処理時間 $T_r$ は、ステップS71, S72で、排ガス温度 $T_{mp}$ がイオウ放出可能温度(650℃)以上とならなくなったときにリセットされるから、イオウ放出が連続して実行された時間を示し、途切れ途切れにイオウ放出が行なわれた時間の累積ではない。

【0124】例えば、1分間のイオウ放出処理を5回行っても、採用されるイオウ放出処理時間 $T_r$ は、各イオウ放出処理すべてにおいて1分間であるから、図21～図23に示すマップからは、排気ガス温度 $T_{mp}$ が同じであれば、常に同じ完全除去領域SAの割合、同じ部分除去領域SBの割合、および同じ部分除去領域SBにおけるイオウ除去率 $\alpha$ が読み出され、したがって、結果的に、同じイオウ放出量、同じイオウ残存量が算定されることになり、イオウ放出量またはイオウ残存量が更新されることはない。つまり、各1分間のイオウ放出処理の結果算定された各イオウ放出量またはイオウ残存量をすべて累積総和するものではないのである。

【0125】したがって、例えば、同じ5分間のイオウ放出処理であっても、このように1分間のイオウ放出処理を5回行ったときに比べて、5分間のイオウ放出処理を1回行ったときの方が、イオウ放出量が多くなり、イオウ残存量が少なくなる。

【0126】そして、例えば、1分間のイオウ放出処理が行なわれたのちに、次に2分間のイオウ放出処理が行なわれたときに、イオウ放出量あるいは残存量の値が、その2分間のイオウ放出の結果算定された、より大きいイオウ放出量、あるいは、より小さい残存量の値に更新されることになる。

【0127】つまり、イオウ放出処理は、前述したように、昇温された排気ガスが先に流れ込む $NO_x$ 吸収材の上流部分から優先して始まり、加熱が遅れる $NO_x$ 吸収材の下流部分は時間がある程度経過しないとなかなかイオウが除去されない。そして、一回のイオウ放出処理が終了して、次に再びイオウ放出処理が行われるまでの間に、 $NO_x$ 吸収材はまた温度が低下するから、この二回目のイオウ放出処理においても、再度、 $NO_x$ 吸収材は上流部分から加熱され始める。したがって、このときに、また前回と同じ、またはそれ以下の時間で、この二回目のイオウ放出処理が終了すると、この二回目のイオ

ウ放出処理では、全く何も新しくイオウが除去されることのないまま終わることになるのである。したがって、イオウ放出連続時間 $T_r$ が短くなればなるほど、全体のイオウ除去率が低下し、イオウ放出連続時間 $T_r$ が長くなればなるほど、全体のイオウ除去率が向上するということができる。

【0128】ところで、一般に、リッチ運転時及び理論空燃比運転時は、リーン運転時に比べて、排ガス温度 $T_{mp}$ が高くなり、自然にイオウ放出可能温度(例えば650℃)またはそれ以上にまで上昇することがある。つまり、ステップS10のイオウ放出処理を行わなくても、リッチ運転時又は理論空燃比運転時は、イオウ放出をしているのと同じ効果が得られる場合があるのである。

【0129】したがって、例えば、リッチ運転時又は理論空燃比運転時( $\lambda \leq 1$ )であって、且つ、排ガス温度がイオウ放出可能温度以上のとき( $T_{mp} \geq 650^\circ C$ )は、イオウ放出処理時における上記ステップS11のイオウ放出量ないしイオウ残存量 $S_r$ の推定手法と同じ手法を用いて、放出除去されたイオウ成分の量を推定し、それをステップS3で推定したイオウ付着量 $S_a$ から減じる等して該推定イオウ付着量 $S_a$ を修正するとよい。

【0130】これにより、イオウ付着量 $S_a$ の推定精度がより向上し、無駄に早い時期にイオウ放出処理が開始されたり、あるいは無駄に長くイオウ放出処理が続行されるという、実際より多い量のイオウ付着量 $S_a$ を推定した場合に生じる不具合が回避されることになる。

【0131】メインフローに戻り、次に、ステップS12で、ステップS11で求めた総イオウ残存量 $S_r$ がゼロであるか否かを判定する。つまり、付着したイオウ成分がすべて除去され、 $NO_x$ 吸収触媒17の $NO_x$ 吸蔵能力ないし触媒機能が完全に回復したか否かを判定するのである。

【0132】そして、イオウ残存量 $S_r$ がゼロとなるまでは、ステップS13で、車速 $V$ が第二のイオウ放出実行許可条件としての第二の判定用所定車速 $V_{02}$ 以上であることを確認しつつ、ステップS10のイオウ放出処理およびステップS11のイオウ残存量 $S_r$ の推定を繰り返す。ここで、上記第二所定車速 $V_{02}$ は、第一所定車速 $V_{01}$ よりも低い車速に設定されている。これにより、ステップS9で肯定的判定がなされて、いったんイオウ放出処理が開始したのちは、車速がある程度は低下しても該イオウ放出処理が解除され難くなり、排ガス温度の低下が最小限度にいとめられる。

【0133】そして、ステップS12でイオウ残存量 $S_r$ がゼロであると判定されたときに、ステップS17に進んで、イオウ除去要求フラグ $F$ を0にリセットし、また、イオウ付着経過時間を示すイオウ被毒時間 $T_s$ 、および後述する運転特性カウンタをそれぞれリセットする。そののち、ステップS1にリターンして、イオウ被

毒時間 $T_s$ を再び一から計測していくことになる。

【0134】ステップS17に到達するには、いろいろなパターンがある。そのうちの最善のパターンは、第一、第二の両イオウ放出実行許可条件が、ステップS6でフラグFが1にセットされた当初から継続して満足され続け、ステップS9およびステップS13で一度も否定的判定がなされず、イオウ放出処理が当初から円満に遂行され、そして終了した場合である（図3における符号エ）。このパターンにおいては、NO<sub>x</sub>触媒装置17の機能低下が最も低く抑制される。この第一のパターンは、ステップS9およびステップS13で常に肯定的判定がなされることから明らかなように、走行中、より多くの時間、より高い車速を維持する傾向の多い運転者の場合に該当する確率が高い。

【0135】残るステップS14～S16、およびステップS18～S20は、そのような上記第一パターン以外の経路を経るときの処置である。

【0136】すなわち、上記ステップS13で、車速Vが第二所定車速V02以上でないと判定されたとき、つまり、イオウ放出処理実行中にかなり減速状態となり、分割噴射やリタード制御を実行しても、排ガス温度 $T_{mp}$ が目標温度 $T_0$ まで上昇せず、効率のよいイオウ放出処理が続けられなくなったとき、あるいはエンジン出力が不安定になる可能性が生じたときは、ステップS14、S15を実行して、排ガス昇温のための燃料の分割噴射および点火時期のリタード制御を解除し、また、図15のイオウ放出処理時の空燃比マップから図2の通常時の空燃比マップに切り換えて、強制的な理論空燃比運転（λ1運転）を解除し、燃料カット（F/C）を復活させる。

【0137】そのうえで、ステップS16で、イオウ残存量 $S_r$ が所定のイオウ放出処理終了許可判定量 $S_02$ 以下であるか否かを判定する。ここで、この終了許可判定量 $S_02$ は、ゼロではない比較的小さい値に設定されている。その結果、イオウ残存量 $S_r$ が上記終了許可判定量 $S_02$ 以下である場合（図3における符号オ）は、ステップS17に進んで、イオウ放出処理が当初から円満に遂行され、そして終了した場合と同じに扱う。すなわち、イオウ除去要求フラグF、イオウ被毒時間 $T_s$ 、および後述する運転特性カウンタをそれぞれリセットし、ステップS1にリターンしたときには、イオウ被毒時間 $T_s$ を再び一から計測していくのである。

【0138】これに対し、ステップS16で、イオウ残存量 $S_r$ がイオウ放出処理終了許可判定量 $S_02$ 以下でないとき、つまり、まだ多くのイオウ成分が除去されずに残っているときは、前述のステップS9でイオウ放出実行許可条件が満足されていないと判定されたときと同様に、ステップS18以下に進む。

【0139】ステップS18では、運転特性カウンタをカウンタアップする。すなわち、ステップS9で、イオ

ウ放出実行許可条件が運転者の運転操作により満足されず、その結果、NO<sub>x</sub>触媒装置17のイオウ付着量 $S_a$ が所定量 $S_01$ 以上となってイオウを除去する必要性が生じていても、イオウ放出処理を実質的に開始できない状況や、あるいは、ステップS13で、第二のイオウ放出実行許可条件が運転者の運転操作により満足されず、その結果、いったん開始したイオウ放出処理を、未だ多くのイオウ成分が残存しているけれども（ $S_r > S_02$ ）、途中で中断しなければならない状況が発生した回数を計測するのである。

【0140】したがって、この運転特性カウンタのカウンタ数が多いほど、運転者の運転操作は、より多くの時間をより低い車速で走行する傾向のものであるといえる。換言すれば、フラグFが1にセットされたのちイオウ放出処理が速やかに円満に終了し難い運転特性のものであるといえる。

【0141】次いで、ステップS19で、上記運転特性カウンタのカウンタ数に基づいて、イオウ放出処理実行時の排ガス温度 $T_{mp}$ の補強的な目標値である第2目標温度 $T_2$ を設定する。この第2目標温度 $T_2$ は、上記カウンタ数が多いほど、つまり、イオウ放出処理が速やかに円満に終了し難いときほど、例えば700～750℃などに高く設定される。

【0142】そして、上記ステップS8において、この補強的な第2目標温度 $T_2$ と、ステップS7で設定される標準的な第1目標温度 $T_1$ とのうち、高い方の温度が最終的な目標排ガス温度 $T_0$ に選択されるから、これにより、実行され難いイオウ放出処理がいったん実行されたときには、排気ガスないし触媒装置17がより高い温度に昇温されて、イオウ成分が効率よく速やかに放出除去され、イオウ放出処理が短時間で確実に円満に終了することが図られることになる。

【0143】そして、最後に、ステップS20で、NO<sub>x</sub>触媒装置17のNO<sub>x</sub>被毒の抑制を図る。つまり、NO<sub>x</sub>触媒装置17にはかなりな量のイオウ成分が付着していて（ $S_a \geq S_01$ または $S_r > S_02$ ）、NO<sub>x</sub>吸蔵能力および触媒機能が低下しているのであるから、このような状態でリーン運転を行うと、排気ガス中に多量に含まれるNO<sub>x</sub>が触媒装置17に吸収されずに大気中に放出されることになる。

【0144】したがって、例えば、図2に示す目標空燃比マップにおけるリーン運転領域Aを縮小して、リーン運転自体を規制又は禁止することにより、排気ガス中にNO<sub>x</sub>が多量に含まれないようにし、NO<sub>x</sub>触媒装置17の触媒機能が低下していることに起因するNO<sub>x</sub>の大気中への放出を抑制するのである。

【0145】その場合に、そのリーン領域Aを縮小する程度は、運転特性カウンタのカウンタ数に応じて決定するとより好ましい。該カウンタ数の大小がNO<sub>x</sub>触媒装置17の触媒機能の低下の程度を表わしているからであ

る。明らかに、該カウント数が大いほど、触媒機能がより低下しているから、リーン運転領域Aをより大きく縮小する。

【0146】そして、運転特性カウンタがステップS17でリセットされないうちは、イオウ除去要求フラグFも継続して1にセットされているから、リターンしたときに、ステップS5、S6をスキップし、ステップS9で第1のイオウ放出実行許可条件が満足されたときに、イオウ放出処理が実行されることになるが、例えば、イオウ除去要求フラグFが1にセットされている状態で、運転者の低車速走行傾向によってイオウ放出が一向に最後まで( $Sr=0$ まで、あるいは $Sr \leq S02$ まで)遂行されないときは、イグニッションスイッチがOFFされたのち、またはONされたのちに、強制的にイオウ放出処理を実行するようにしてもよい。これにより、走行する必要のない場合に、運転者の走行の支障とならずに、イオウを放出処理することができる。特に、エンジン始動時は、空燃比をリッチにして暖機運転するのが通例であるから、効率よくイオウ放出が行える。

【0147】ただし、この場合、例えばブザーや警告灯などの警告手段によって、運転者にイオウ放出処理を実行していることを報知することが好ましい。特に、イグニッションスイッチをOFFしたのにエンジンが停止しないことの違和感や、故障であるとの誤認を防ぐことができる。

【0148】また、ステップS3で得られるNOx触媒装置17の推定被毒量Saを、所定の時期にあるいは定期的に(例えばイオウ付着量Saが所定値となるたびに、あるいはイオウ放出処理を実行したのちに)、修正することが好ましい。NOx触媒装置17の下流側の第2O<sub>2</sub>センサ28の出力変化時間が、該触媒装置17のイオウ被毒状態によって変動するから、総イオウ被毒量推定値Saに応じてリッチスパイク時間(図3における理論空燃比運転時間t)を変更し、上記第2O<sub>2</sub>センサ28の出力の最大値に基いてイオウ被毒状態を検出することができる。そして、その検出値に応じて推定被毒量Saを修正するのである。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、排気通路に配設したNOx吸収材から付着したイオウ成分を放出する際に、NOx吸収材からのイオウ成分の放出量を該放出処理の連続実行時間も考慮に入れてより正確に推定することができるから、イオウ放出処理を無駄なく効率よく遂行することが可能となる。本発明は、NOx吸収材を用いたNOx触媒装置を排気通路に配設した車両一般に広く好ましく適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るエンジンの制御システム図である。

【図2】 空燃比制御領域を示すマップである。

【図3】 走行中の一時期におけるNOx浄化制御及びイオウ被毒解消制御の動作を示すため、空燃比、NOx触媒のNOx吸収量、およびイオウ成分付着量の推移を表わすタイムチャートである。

【図4】 イオウ被毒解消制御の具体的動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】 同制御における連続リーン運転時間の計測動作を示すフローチャートである。

【図6】 同制御におけるイオウ付着量の推定動作を示すフローチャートである。

【図7】 同推定動作で用いる燃料供給量と基本イオウ増加量との関係を示す特性図である。

【図8】 同じく排気ガス温度と第1補正係数との関係を示す特性図である。

【図9】 同じく連続リーン運転時間と第2補正係数との関係を示す特性図である。

【図10】 同じく既イオウ付着量と第3補正係数との関係を示す特性図である。

【図11】 連続リーン運転時間が長いときの第2補正係数K2の特性を説明する模式図である。

【図12】 同じく短いときの第2補正係数K2の特性を説明する模式図である。

【図13】 イオウ被毒経過時間と標準的な第1排ガス目標温度との関係を示す特性図である。

【図14】 イオウ被毒解消制御におけるイオウ放出処理動作を示すフローチャートである。

【図15】 同処理動作で用いるイオウ放出処理時の空燃比制御領域を示すマップである。

【図16】 同処理動作中の後期噴射量の設定で用いる排気ガス目標温度と第4補正係数との関係を示す特性図である。

【図17】 同じく実排気ガス温度と第5補正係数との関係を示す特性図である。

【図18】 同処理動作中のリタード量の設定動作を示すフローチャートである。

【図19】 イオウ被毒解消制御におけるイオウ残存量の推定動作を示すフローチャートである。

【図20】 同推定動作の特徴を説明するNOx触媒装置の概念図である。

【図21】 同推定動作中の完全イオウ除去領域割合の設定で用いるイオウ放出処理時間と完全イオウ除去領域割合との関係を示す特性図である。

【図22】 同じく部分イオウ除去領域割合の設定で用いるイオウ放出処理時間と部分イオウ除去領域割合との関係を示す特性図である。

【図23】 同じく部分イオウ除去領域でのイオウ除去率の設定で用いるイオウ放出処理時間と該除去率との関係を示す特性図である。

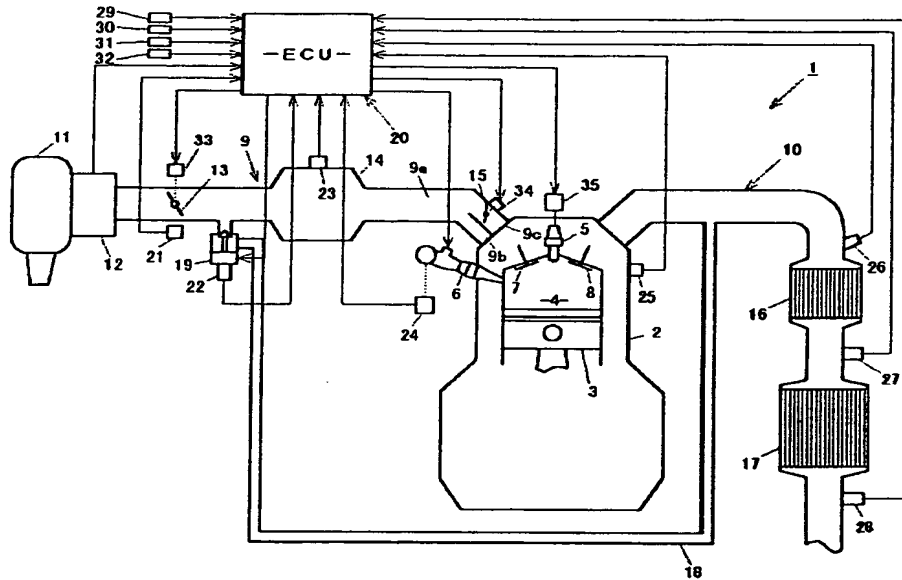
【符号の説明】

50 1 エンジン

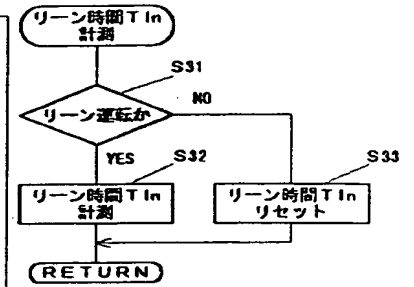
- 29  
5 点火プラグ  
6 インジェクタ  
10 排気通路  
16 三元触媒装置

- 17 NO<sub>x</sub>触媒装置  
20 コントロールユニット  
27 排気温度センサ

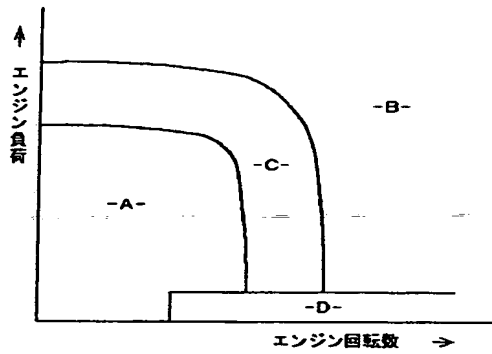
【図1】



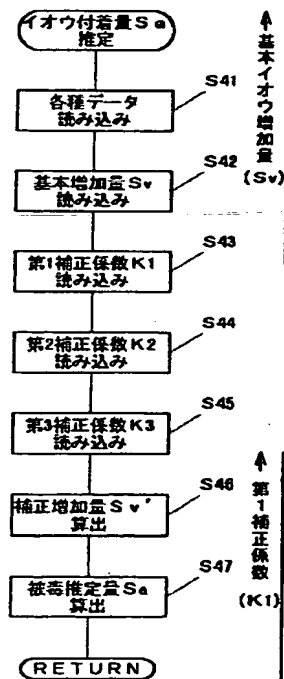
【図5】



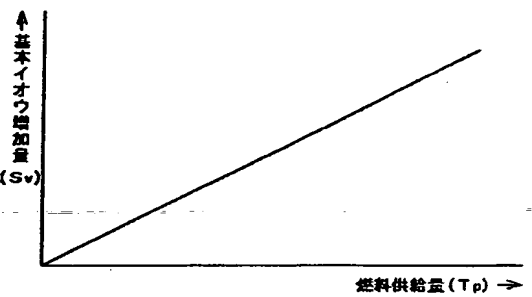
【図2】



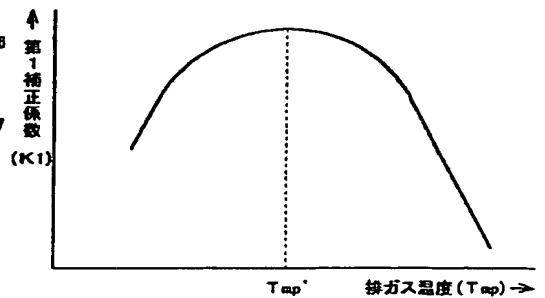
【図6】



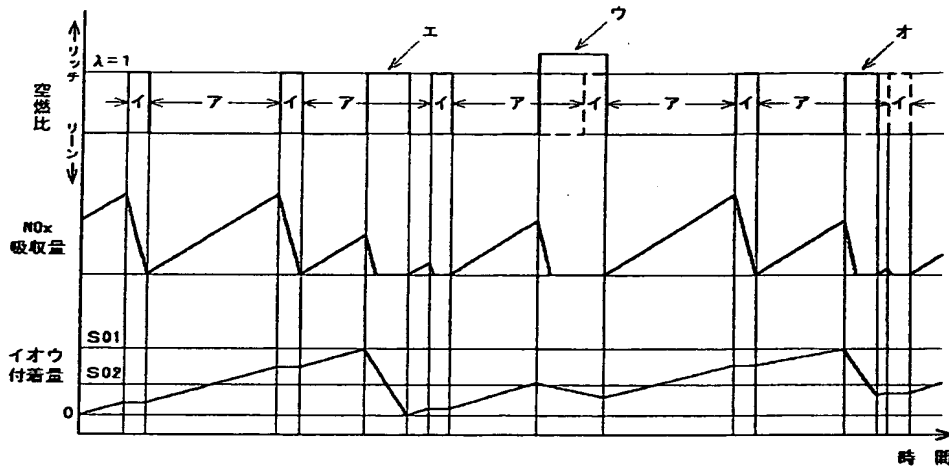
【図7】



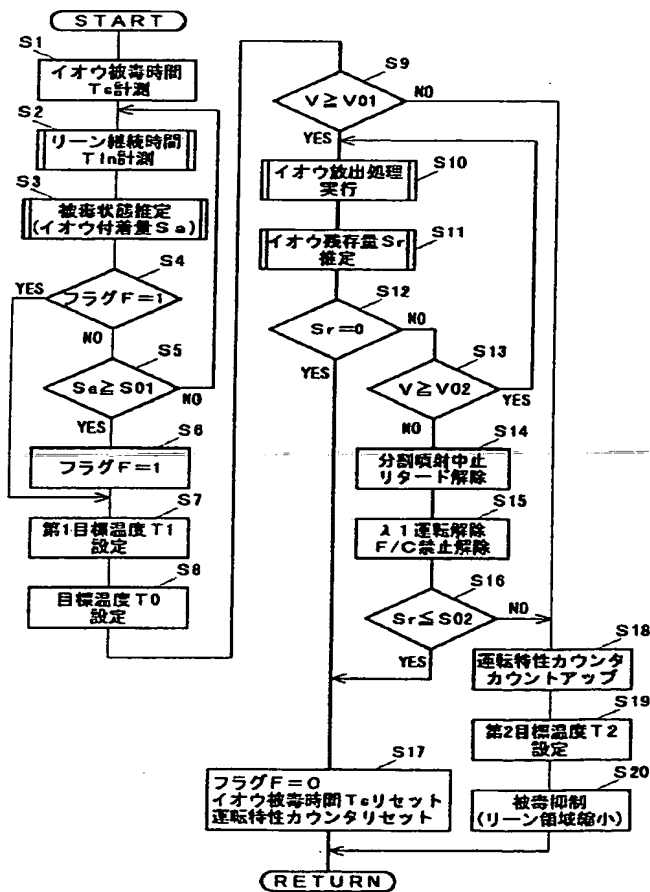
【図8】



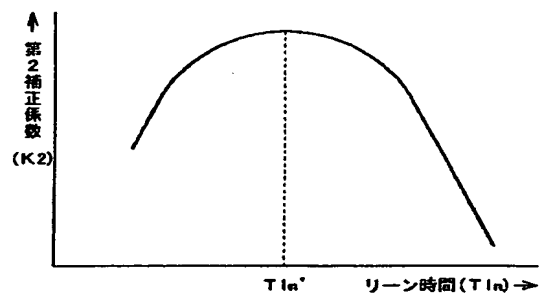
【図3】



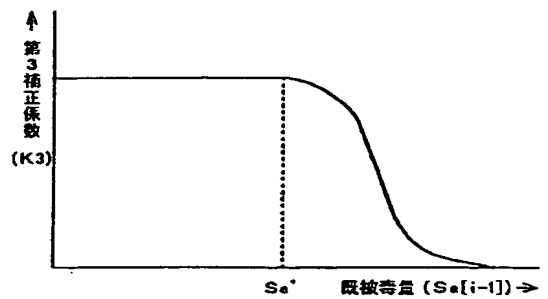
【図4】



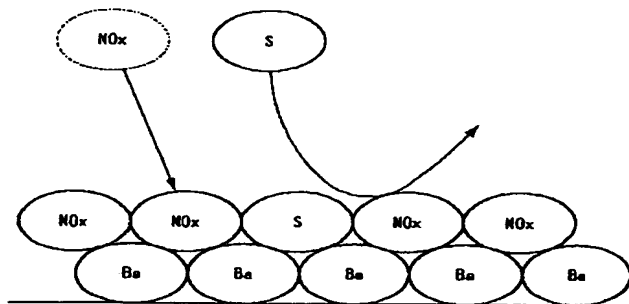
【図9】



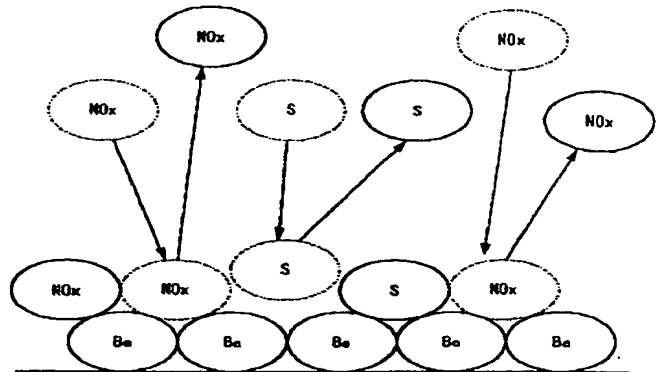
【図10】



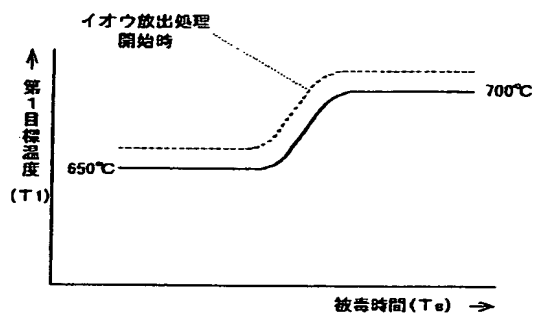
【図11】



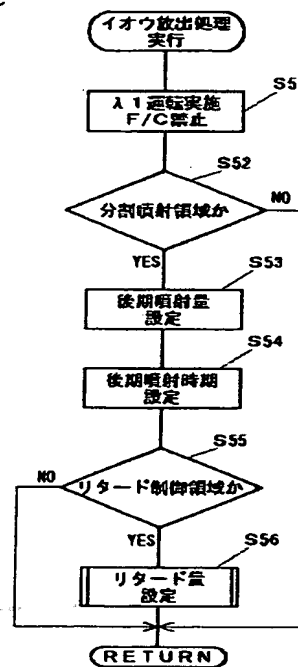
【図12】



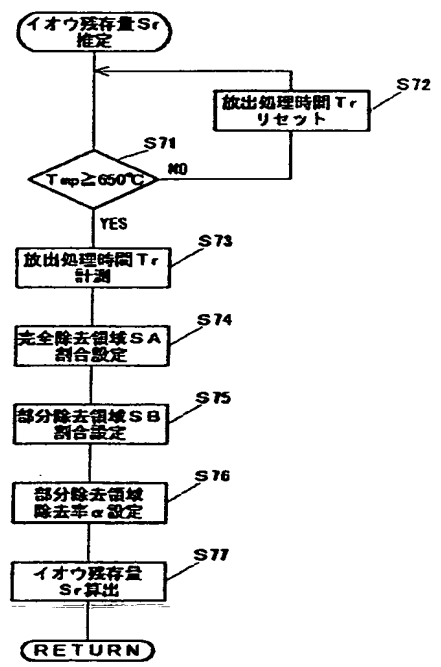
【図13】



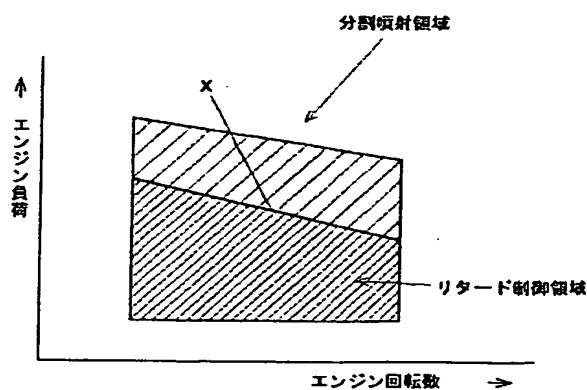
【図14】



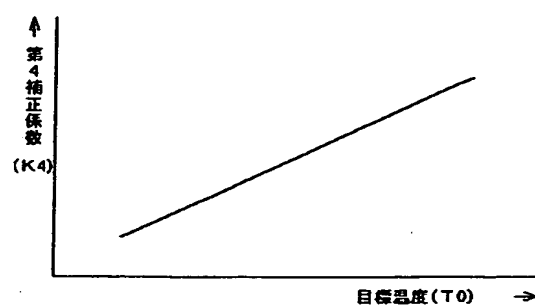
【図19】



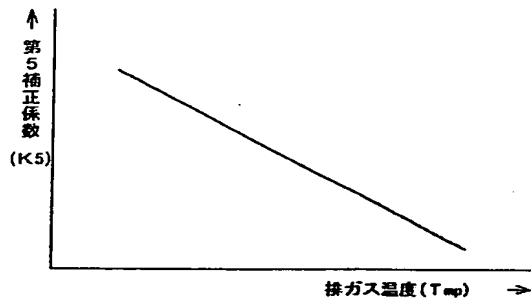
【図15】



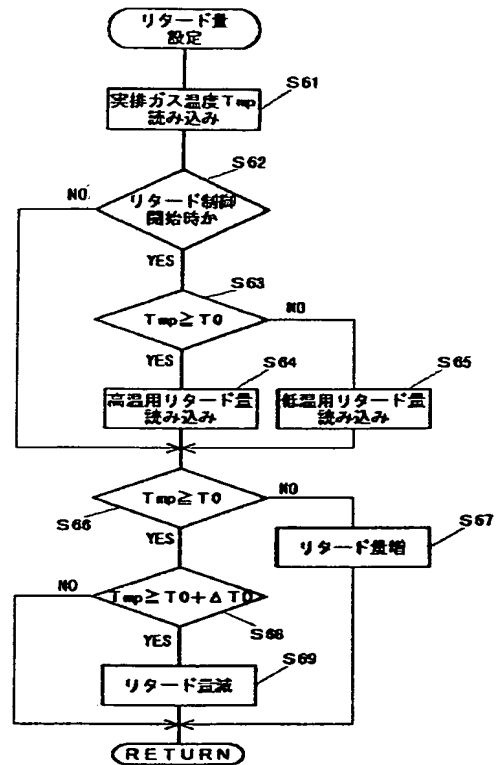
【図16】



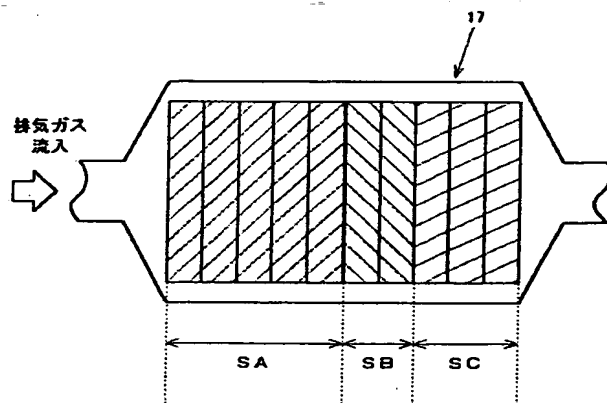
【図17】



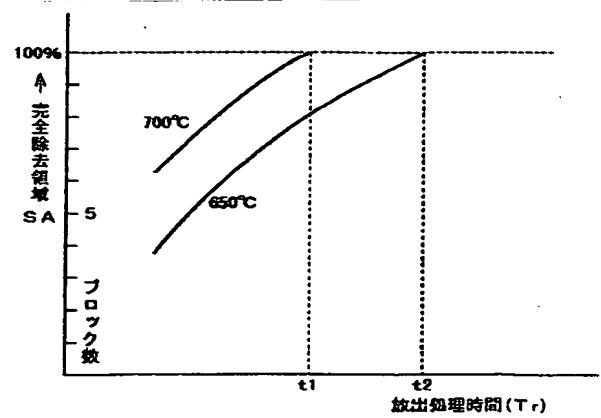
【図18】



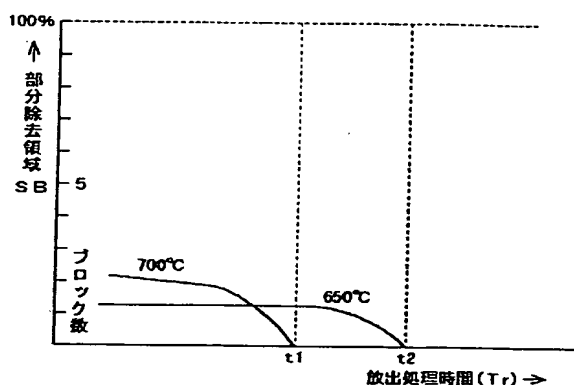
【図20】



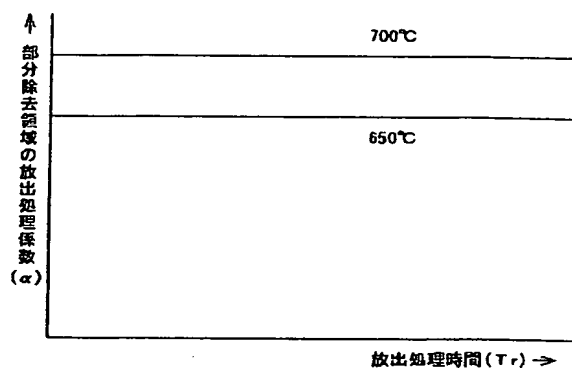
【図21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F 0 2 D 45/00

識別記号

3 6 0

F I

F 0 2 D 45/00

テ-マ-ト (参考)

3 6 0 C

(72) 発明者 山内 健生

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ  
株式会社内

(72) 発明者 間宮 清孝

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ  
株式会社内

F タ-ム (参考) 3G084 AA03 AA04 BA05 BA09 BA13

BA15 BA17 BA20 BA21 BA24

DA10 DA22 DA27 EA11 EB01

EB11 EC04 FA02 FA05 FA07

FA11 FA18 FA20 FA26 FA27

FA29 FA33 FA37 FA38

3G091 AA02 AA11 AA12 AA17 AA24

AA28 AB03 AB06 AB09 BA11

BA14 BA15 BA19 BA33 BA34

CA12 CA13 CB02 CB03 CB05

CB07 DA01 DA02 DA03 DA05

DB06 DB07 DB08 DB09 DB10

DB13 EA00 EA01 EA03 EA05

EA06 EA07 EA14 EA15 EA16

EA17 EA21 EA23 EA30 EA34

EA39 FA09 FA11 FA14 FA17

FA18 FB10 FB11 FB12 FC02

GB01W GB01Y GB02W GB02Y

GB03W GB03Y HA36 HA37

HB03 HB05